

## **USULAN PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGUNAKAN *THEORY OF CONSTRAINT* PADA BAGIAN *WELDING REAR BODY* PT KRAMA YUDHA RATU MOTOR**

**ZENY FATIMAH HUNUSALELA**

Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik, Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indraprasta PGRI

**Abstrak.** PT Krama Yudha Ratu Motor merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang perakitan kendaraan bermotor jenis niaga yang ada di Indonesia. Salah satu jenis kendaraan yang dirakit yaitu L-300. Saat ini permasalahan yang dihadapi oleh PT Krama Yudha Ratu Motor yaitu tidak tercapainya target produksi yang telah direncanakan. Hal ini disebabkan oleh adanya tidak meratanya kapasitas antar stasiun kerja yang dapat menyebabkan *bottleneck*. Salah satu proses produksi yang terdapat pada PT Krama Yudha Ratu Motor yaitu *welding rear body*. Pada *welding rear body* memproduksi *rear body* jenis kendaraan L-300. Tipe *rear body* yang diproduksi di *welding rear body* yaitu *pick up flat back*, *pick up standard*, dan *mini bus*. Akibat dari kapasitas dan waktu proses pada masing-masing stasiun kerja tidak sama maka aliran produksi jadi terhambat sehingga target produksi yang telah ditetapkan tidak tercapai. Oleh karena itu diusulkan untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan pendekatan *drum-buffer-robe* (DBR) berdasarkan prinsip *theory of constraint* (TOC). Dan dengan penjadwalan ini diharapkan target produksi yang sudah direncanakan dapat tercapai.

(Kata Kunci : Penjadwalan produksi, *theory of constraint*)

### **PENDAHULUAN**

Pesatnya perkembangan IPTEK berdampak pada ketatnya persaingan di dunia industri serta cepatnya terjadi perubahan di dunia usaha. Oleh karena itu perusahaan-perusahaan saling berlomba-lomba untuk memenangkan persaingan tersebut. Sehingga produk-produk dalam negeri harus siap untuk berkompetisi dengan produk luar negeri. Untuk membangun daya saing yang berkelanjutan, diperlukan upaya pemanfaatan seluruh potensi sumber daya yang dimiliki. Setiap perusahaan memiliki suatu proses yang merubah input menjadi output yang mempunyai nilai tambah. Dalam melakukan hal tersebut melibatkan semua sumber daya yang tersedia pada perusahaan tersebut, seperti sumber Daya Manusia (SDM) dan fasilitas produksi lainnya.

Dengan adanya persaingan yang cukup ketat maka setiap perusahaan harus memiliki komitmen yang kuat untuk dapat tetap memenuhi keinginan dari para pelanggan. Untuk dapat memenuhi permintaan pelanggan tersebut, perusahaan harus memiliki perencanaan produksi yang matang. Perencanaan ini tidak hanya memikirkan kualitas produk yang dihasilkan, akan tetapi perencanaan ini juga harus mencakup ketepatan produksi dan pencapaian target produksi.

PT.Krama Yudha Ratu Motor (KRM) merupakan sebuah perusahaan perseroan terbatas yang bergerak dalam bidang perakitan kendaraan bermotor jenis niaga. Jenis kendaraan yang dirakit oleh PT. KRM adalah Mitsubishi, merupakan salah satu merk yang banyak digunakan untuk kendaraan niaga di Indonesia. Tipenya pun bermacam-macam, antara lain Fuso, Colt Diesel Maru-T, L-300, dan CJM. Jaminan kualitas dan ketahanan kendaraan tersebut telah terpercay. PT KRM hanya memproduksi produk berdasarkan permintaan dari PT Krama Yudha Tiga Berlian (KTB), baik jumlah maupun

jenis. Berdasarkan permintaan tersebut, kemudian dibuat perencanaan produksi untuk masing-masing bagian, yaitu *welding*, *painting*, dan *Trimming* (I, II, III). Perencanaan produksi tersebut akan terpenuhi apabila aliran material dalam lini produksi tidak mengalami hambatan. Pada dasarnya suatu pabrik sangat sulit untuk mencapai aliran produksi yang sinkron dan berkesinambungan untuk memenuhi permintaan konsumen.

Seperti kondisi pabrik pada umumnya, PT Krama Yudha Ratu Motor pun memiliki sumber *bottleneck* di stasiun kerja yang menyebabkan aliran material pada suatu lini produksi menjadi terhambat, hal ini dikarenakan stasiun kerja tersebut memiliki kapasitas sama atau lebih kecil dari permintaan. Dan ada pula stasiun yang sebagai sumber *non-bottleneck*, namun apabila tidak direncanakan dengan baik maka akan menyebabkan *bottleneck* pula. Sehingga menyebabkan target produksi tidak tercapai. Apabila di dalam produksi terjadi *bottleneck* maka akan terjadi *work in process* yang cukup tinggi dan akan mempengaruhi aliran produk dari segi waktu dan kuantitas.

Untuk itu diperlukan perbaikan terhadap masalah yang dihadapi dengan mengidentifikasi stasiun kendala (*bottleneck*) tersebut. Setelah diketahui stasiun kendala, maka masalah yang timbul berikutnya adalah bagaimana cara mengalokasikan pengerjaan dari perencanaan tersebut pada rantai produksi mengingat adanya keterbatasan (*constraint*) sumber daya yang dimiliki. PT. Krama Yudha Ratu Motor (KRM), pada bagian *welding rear body* L-300 menghasilkan 3 tipe yaitu *Flat Back*, *Pick Up*, dan *Mini bus*. Pada lini ini sering terdapat gangguan yang menyebabkan target produksi yang direncanakan tidak tercapai. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana rencana produksi (jadwal produksi) berdasarkan kapasitas kemampuan produksi stasiun kendala (*constraint*) dengan metode *Drum-Buffer-Rope* sesuai prinsip TOC. Sehingga target produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Theory of Constraint*

*Theory of Constraint* (TOC) yang diperkenalkan oleh Goldratt, (1986) merupakan suatu filosofi manajemen yang berdasarkan prinsip-prinsip pencapaian peningkatan terus-menerus (*continous improvement*) melalui pemfokusan perhatian pada kendala sistem (*system constraint*). Suatu kendala sistem membatasi performansi dari sistem itu, sehingga semua upaya seyogianya ditujukan untuk memaksimalkan performansi dari kendala ini (Gasperz, 2001).

*Constraint* didefinisikan sebagai segala sesuatu yang dapat menjadi penghambat dalam suatu sistem untuk mencapai performansi yang relatif tinggi dari tujuan yang ingin dicapai. Definisi ini mengindikasikan bahwa *theory of constraint* dapat digunakan secara luas, salah satunya adalah untuk *production planning and inventory control* (Blackstone, 1991).

Terdapat 5 langkah dalam TOC untuk memperbaiki sistem (Aquilano, 2004) yaitu :

1. Identifikasikan *system constraint*
2. Eksploitasi *constraint*
3. Subordinasikan semua bagian lain ke stasiun *constraint*
4. Tingkatkan kemampuan stasiun *constraint* untuk memecahkan masalah
5. Jika *constraint* sudah terpecahkan dan muncul *constraint* baru maka kembali ke langkah pertama.

Langkah-langkah perbaikan sistem yang dilakukan dalam TOC menunjukan penekanan pada stasiun *constraint* dan stasiun *non-constraint* mengikuti hasil yang diperoleh dari stasiun *constraint*. Sehingga akan mempermudah proses penjadwalan yang dilakukan, karena cukup hanya mencari jadwal sesuai untuk *constraint* dan tidak mencari jadwal yang sesuai untuk semua elemen yang terlibat.

### ***Drum Buffer Rope***

Dalam konsep TOC (*Theory of Constraint*) dikenal dengan istilah “*drum-buffer-rope*”, yang merupakan teknik umum yang digunakan untuk mengelolah sumber-sumber daya guna memaksimumkan permormansi dari sistem (Gaspersz, 2001).

Filosofi dari *Drum Buffer Rope* (Umble dan Srikanth, 1996), yaitu :

1. Rencanakan MPS (*Master Production Schedule*) atau jadual induk produksi yang disebut *drum*.
2. Melindungi *throughput* dalam sebuah sistem dari fluktuasi yang tidak dapat dihindari, melalui *time buffer* di beberapa titik kritis pada sebuah sistem yang disebut *buffer*.
3. Ikat tiap-tiap sumber lini produksi kepada detak *drum* yang disebut *rope*.

- ***DRUM***

*Drum* adalah ritme produksi yang ditetapkan untuk mengatasi kendala sistem (Gasperz, 2001). Stasiun ini akan menunjukkan laju produksi (*throughput*) dari sistem. Karena stasiun ini menjadi laju produksi keseluruhan sistem, maka stasiun ini perlu mendapatkan perlindungan terhadap fluktuasi dan gangguan yang terjadi pada sistem. Perlindungan ini diberikan untuk mencegah stasiun kendala menganggur karena terjadi fluktuasi dalam sistem.

- ***BUFFER***

*Buffer* ini berfungsi agar laju produksi tidak terganggu oleh gangguan pada sistem, oleh karena itu *buffer* ini disebut juga *buffer* pelindung (*protective buffer*). *Buffer* atau penyangga terbagi menjadi 2 macam, (Umble dan Srikanth, 1996) yaitu :

- a) *Time Buffer*

Waktu yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk melindungi laju produksi (*throughput*) sistem dari gangguan yang selalu terjadi dalam sistem produksi.

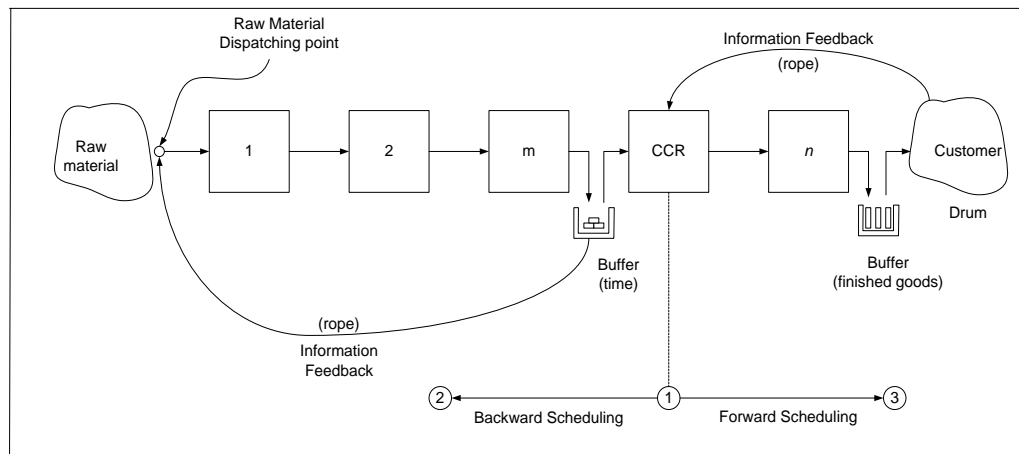
- b) *Stock Buffer*

Produk akhir maupun produk antara yang dijadikan penyangga dengan tujuan untuk memperbaiki sistem produksi dalam hal menanggapi permintaan.

- ***ROPE***

*Rope* adalah suatu proses komunikasi dari stasiun kendala kepada operasi awal (*gating operation*) untuk memeriksa atau membatasi material yang diberikan kepada sistem (Gaspersz, 2001). Adanya *rope* ini akan mengurangi jumlah persediaan yang terjadi di setiap stasiun kerja dan menjaga pada tingkat tertentu yang sesuai. Karena setiap stasiun akan melakukan produksi sesuai dengan kebutuhan stasiun konstrain, bukan sesuai kapasitasnya.

Dari uraian di atas, maka konsep *Theory of Constraint* dikenal dengan istilah *Drum-Buffer-Rope*, yang merupakan suatu metode yang mengatur dan mengidentifikasi segala sesuatu yang menghalangi (*constraint*) sistem untuk mencapai performansi yang lebih baik dari sistem. Dengan demikian, Ilustrasi DBR dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1 DBR dengan dua *feedback loops*  
(Sumber: Sipper, 1997)

### Stasiun Kerja *Bottleneck*

Setiap sistem produksi membutuhkan beberapa titik kendali (*control point*) atau titik kunci (*key point*) untuk mengendalikan aliran produk yang melewati sistem itu. Jika sistem itu mengandung kendala (*constraint*), maka pada kendala itu merupakan tempat terbaik untuk dikendalikan (Graspersz, 2001).

Salah satu cara untuk mengidentifikasi stasiun kerja kendala (*bottleneck*) yaitu dengan membandingkan kapasitas yang tersedia dengan kapasitas yang dibutuhkan di setiap stasiun kerja. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Menentukan kapasitas yang tersedia  
Kapasitas yang tersedia diperoleh dari total waktu kerja efektif perusahaan/pabrik.
- Menentukan kapasitas yang dibutuhkan

Langkah-langkah yang digunakan dalam menentukan kapasitas yang tersedia yaitu :

- Menentukan volume produksi harian  
Untuk mengetahui volume produksi harian maka harus diketahui *takt time* (TT). Pengertian *takt time* menurut PT TMMIN adalah  
”Waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit, dari proses material (satu part atau satu bagian) sampai proses assembly sebagai produk (kendaraan).”

Dari pengertian tersebut, maka formulasi *takt time* adalah sebagai berikut :

$$TT = \frac{\text{Waktu Pengoperasian (per shift/hari)}}{\text{Volume Produksi yang Diperlukan (per shift/hari)}}$$

(Sumber : PT. TMMIN)

Volume produksi harian didapat dengan membagi waktu kerja efektif dengan *takt time*, dengan rumus berikut ini :

$$\text{Vol. Produksi} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Takt Time}}$$

- Menghitung volume produksi harian dengan menggunakan rasio *heijunka*  
Dalam metode *heijunka*, volume produksi yang telah direncanakan besarnya masing-masing periode bulanan diturunkan ke periode harian dengan cara merata-ratakan (untuk masing-masing jenis produk). Dari volume produksi

harian yang telah direncanakan, ditentukan besarnya rasio yang didapat, ditetapkan sebagai penentuan urutan produksi. Urutan produksi ini didasarkan atas penyeimbangan waktu penyelesaian (beban kerja) seluruh jenis produk di lini produksi. Penyeimbangan waktu penyelesaian yang dilakukan untuk pengaturan produksi berfungsi untuk menyeimbangkan beban kerja oleh tiap operator yang akan mengerjakan produk-produk tersebut di lini produksi. (Monden,1993)

Untuk menentukan rasio *heijunka* produksi pada proses fabrikasi menurut Gutomo, et.al, (2005) adalah sebagai berikut : misalkan, diketahui mesin H dapat memproduksi 3 jenis produk/*part* masing A, B, dan C dengan jumlah unit untuk masing-masing produk adalah 5, 3, dan 2. Untuk menentukan rasio masing-masing produk/*part* dengan total rasio seluruhnya = 1.

Jumlah total unit untuk ketiga jenis produk =  $5 + 3 + 2 = 10$  unit

Rasio awal untuk	A	= $5/10 = 0,5$
	B	= $3/10 = 0,3$
	C	= $2/10 = 0,2$

Total rasio =  $0,5 + 0,3 + 0,2 = 1$

- Menghitung waktu yang dibutuhkan per stasiun kerja per hari  
Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan semua pekerjaan pada masing-masing stasiun kerja.

## METODE

Langkah pemecahan masalah dapat diilustrasikan secara diagram pada Gambar 3.1, dengan penjelasan sebagai berikut:

### 1. Menghitung Waktu Siklus dan Pengujian Data

Data waktu siklus setiap stasiun kerja yang diperoleh dengan menggunakan jam henti dilakukan pengujian data, yaitu

- Uji kenormalan data
- Uji keseragaman data
- Uji kecukupan data

### 2. Menghitung Waktu Standar

Untuk menghitung waktu standar tiap stasiun kerja *welding rear body* mengikuti tahap-tahap berikut :

- Rata-rata waktu siklus diperoleh dengan membagi jumlah waktu siklus dibagi dengan jumlah pengamatan.
- Waktu normal, waktu standar diperoleh dengan menghitung terlebih dahulu waktu normal. Waktu normal diperoleh dari data waktu siklus dikalikan dengan *rating factor*.
- Waktu standar, setelah waktu normal diperoleh, maka waktu standar dapat diperoleh dengan mengalikan waktu normal dengan *allowance* (kelonggaran).

### 3. Menghitung *Dandory Time* (DT) dan Pengujian Data

Setelah melakukan pengujian kenormalan data, keseragaman data, dan uji kecukupan data terhadap data waktu siklus, maka tahap selanjutnya menentukan *dandory time*. *Dandory time* di *Welding Rear Body* diperoleh dengan memilih elemen kerja non-produktif dalam mempersiapkan segala keperluan produksi, yaitu *before process time*, *set up time*, dan *after process time*.

### 4. Menentukan Waktu Proses

Waktu proses tiap-tiap stasiun kerja dapat diperoleh dengan menjumlahkan *dandory time* dan waktu standar.

## 5. Penentuan Stasiun Kerja Kendala (*Bottleneck*)

Dalam menentukan letak stasiun kendala dapat dilakukan dengan perhitungan kapasitas produksi di tiap-tiap stasiun kerja *main line welding rear body*. Cara tersebut yaitu dengan membandingkan kapasitas yang tersedia dengan kapasitas yang dibutuhkan. Stasiun kendala terjadi apabila kapasitas yang dibutuhkan lebih besar dari kapasitas yang tersedia. Adapun langkah-langkahnya yaitu :

### 1. Menentukan Kapasitas yang Tersedia

Kapasitas yang tersedia diperoleh dari waktu pengoperasian (waktu efektif) yang berlaku pada *welding rear body*. Waktu efektif diperoleh dari waktu yang digunakan untuk melakukan produksi per hari pada *welding rear body*.

### 2. Menentukan Kapasitas yang Dibutuhkan

Kapasitas yang dibutuhkan untuk masing-masing stasiun kerja per hari diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut :

#### a. Menghitung *Takt Time*

*Takt time* diperoleh dengan membagi total waktu efektif yang tersedia dengan total produksi *rear body*.

#### b. Menghitung Volume Produksi Harian untuk tiap Tipe *Rear body*

Volume produksi harian untuk tiap tipe *rear body* diperoleh dengan mengalikan rasio produksi harian dengan volume produksi harian. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

##### - Menghitung Volume Produksi Harian

Volume produksi harian didapat dengan membandingkan waktu kerja efektif dengan *takt time*.

##### - Menghitung Rasio Produksi Harian

Tujuan menghitung rasio pada jadual produksi harian adalah untuk mengetahui bobot/nilai untuk masing-masing tipe *rear body*. Rasio produksi harian ini diperoleh dengan membandingkan jumlah produksi tiap tipe dengan jumlah total produksi *rear body* pada bulan Juni 2008.

#### c. Menghitung Waktu yang Dibutuhkan di Setiap Stasiun Kerja

Waktu yang dibutuhkan untuk membuat semua tipe *rear body* di setiap stasiun kerja diperoleh dengan waktu proses pengerjaan masing-masing tipe *rear body* dikalikan dengan volume produksi harian.

Kapasitas yang dibutuhkan pada masing-masing stasiun kerja diperoleh dengan cara menjumlahkan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan masing-masing tipe *rear body*.

## 6. Menghitung *Buffer Time* Pada Stasiun Kerja Kendala

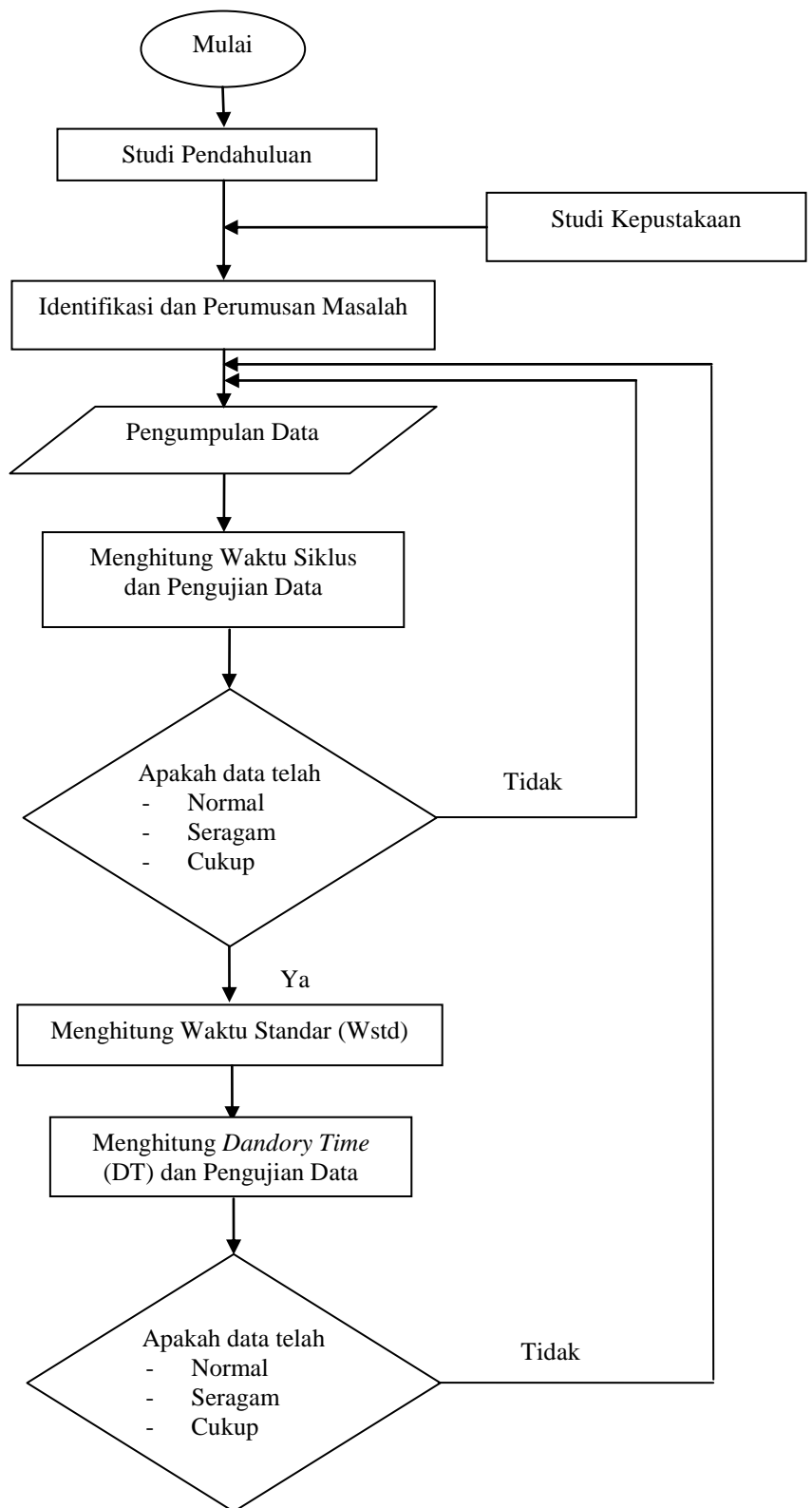
*Buffer Time* diperoleh dengan menghitung *lead time* sebelum dan setelah stasiun kendala. *Lead time* didapat melalui perhitungan dengan menggunakan teori antrian. *Lead time* yang diperoleh sebelum stasiun kendala dijumlahkan sehingga menjadi *buffer time* bagi stasiun kendala. Sedangkan *lead time* setelah stasiun kendala hingga stasiun pengiriman dijumlahkan menjadi *buffer* bagi stasiun pengiriman.

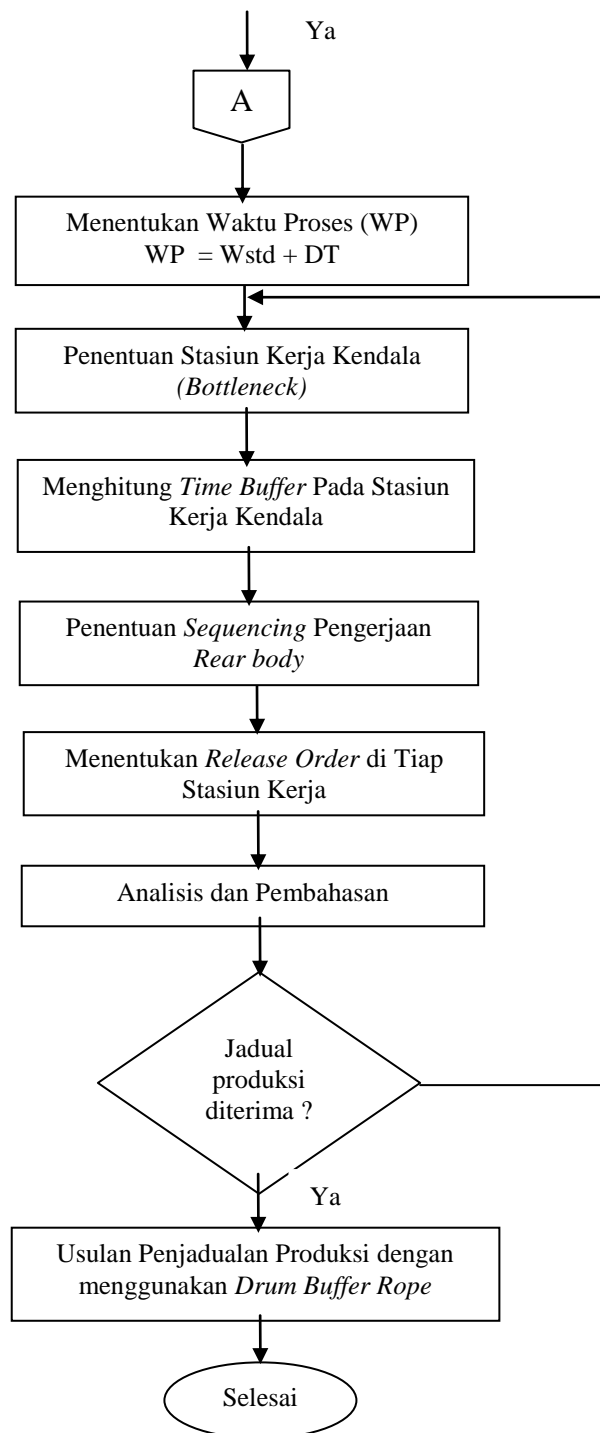
## 7. Penentuan *Sequencing* Pengerjaan *Rear body*

Setelah diketahui semua data tentang pesanan yang masuk, kemudian mulai dibuat penjadwalan untuk setiap pesanan tersebut. Sebelum dibuatkan penjadwalan maka terlebih dahulu menentukan urutan pengerjaan (*sequencing*) untuk *rear body* dengan menggunakan metode *Campbell Dudek and Smith* (CDS) pada stasiun kendala.

## 8. Menentukan *Release Order* di Tiap Stasiun Kerja

Setelah diketahui *sequencing* pengerjaan *rear body* maka jadual rinci produksi bagi setiap stasiun kerja dibuat. Jadual rinci berisi kapan sebuah stasiun kerja akan mengerjakan sebuah pesanan dan berapa lama waktu yang digunakan.





Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian



## HASIL PENELITIAN

### Perhitungan Waktu Proses

Waktu proses diperoleh dengan cara menjumlahkan waktu standar dan DT (*dandory time*) di setiap stasiun kerja. Sehingga waktu proses (WP) dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut :

$$\text{Waktu Proses (WP)} = \text{Waktu standar} + \text{Dandory Time}$$

**Tabel 4.1. Waktu Proses Pembuatan *Rear Body***

No	Stasiun Kerja	Waktu proses (Detik)		
		<i>Pick Up Flat Back</i>	<i>Pick Up Standard</i>	<i>Mini Bus</i>
1	<i>Floor Assy</i>	346.85	350.59	380.61
2	<i>Floor Respot</i>	315.90	303.07	276.04
3	<i>Main Body Jig</i>	410.74	486.02	147.56
4	<i>Main Body Respot</i>	243.94	256.63	45.83
5	<i>Weld CO<sub>2</sub> + Frame Guard Install</i>	317.05	294.94	56.20
6	<i>Door Install</i>	311.52	300.07	-

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

### Penentuan Stasiun Kerja Kendala (*Bottleneck*)

Penentuan letak stasiun kendala merupakan langkah awal dalam *theory of constraints*. Ada berbagai cara dalam menentukan letak stasiun kendala, salah satunya yaitu dengan melakukan perhitungan kapasitas produksi di tiap-tiap stasiun kerja. Cara tersebut yaitu dengan membandingkan kapasitas yang tersedia dengan kapasitas yang dibutuhkan di setiap stasiun kerja.

#### 1. Menentukan Kapasitas yang Tersedia

Dalam perhitungan kapasitas yang tersedia diperlukan waktu kerja efektif yang berlaku pada *welding rear body* PT Krama Yudha Ratu Motor. Waktu kerja efektif didapat dari jumlah jam kerja normal ditambah dengan jam kerja lembur dalam satu bulan. Dengan efisiensi perusahaan 90%, maka waktu efektif bulan juni 2008, yaitu :

**Tabel 4.2. Waktu Efektif Bulan Juni 2008**

No.	Tanggal	Hari	JK Normal (menit)	JK Lembur (menit)	Jumlah	Waktu Efektif (efisiensi 90%)
A	B	C	D	E	F = D+E	G = F x 0,9
1	2	Senin	410	-	410	369
2	3	Selasa	450	-	450	405
3	4	Rabu	450	-	450	405
4	5	Kamis	450	-	450	405
5	6	Jumat	420	-	420	378
6	7	Sabtu	-	450	450	405
7	9	Senin	410	-	410	369
8	10	Selasa	450	-	450	405
9	11	Rabu	450	-	450	405

10	12	Kamis	450	-	450	405
11	13	Jumat	420	-	420	378
12	14	Sabtu	-	450	450	405
13	16	Senin	410	120	530	477
14	17	Selasa	450	120	570	513
15	18	Rabu	450	120	570	513
16	19	Kamis	450	120	570	513
17	20	Jumat	420	-	420	378
18	21	Sabtu	-	450	450	405
19	23	Senin	410	120	530	477

Lanjutan ...

**Tabel 4.2. Waktu Efektif Bulan Juni 2008 (Lanjutan)**

No.	Tanggal	Hari	JK Normal (menit)	JK Lembur (menit)	Jumlah	Waktu Efektif (efisiensi 90%)
A	B	C	D	E	$F = D+E$	$G = F \times 0,9$
1	2	Senin	410	-	410	369
2	3	Selasa	450	-	450	405
3	4	Rabu	450	-	450	405
4	5	Kamis	450	-	450	405
5	6	Jumat	420	-	420	378
6	7	Sabtu	-	450	450	405
7	9	Senin	410	-	410	369
8	10	Selasa	450	-	450	405
9	11	Rabu	450	-	450	405
10	12	Kamis	450	-	450	405
11	13	Jumat	420	-	420	378
12	14	Sabtu	-	450	450	405
13	16	Senin	410	120	530	477
14	17	Selasa	450	120	570	513
15	18	Rabu	450	120	570	513
16	19	Kamis	450	120	570	513
17	20	Jumat	420	-	420	378
18	21	Sabtu	-	450	450	405
19	23	Senin	410	120	530	477
20	24	Selasa	450	120	570	513
21	25	Rabu	450	120	570	513
22	26	Kamis	450	120	570	513
23	27	Jumat	420	-	420	378
24	28	Sabtu	-	450	450	405
25	30	Senin	410	-	410	369
Jumlah			9130	2760	11890	10701

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

## 2. Menentukan Kapasitas yang Dibutuhkan

Kapasitas yang dibutuhkan untuk masing-masing stasiun kerja merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan pada setiap stasiun kerja untuk semua pengerjaan unit *rear body* per hari. Langkah-langkah dalam menentukan kapasitas yang dibutuhkan untuk masing-masing stasiun kerja adalah sebagai berikut :

### a) Menghitung *Takt Time*

*Takt time* diperoleh dengan membandingkan waktu pengoperasian dan volume produksi yang diperlukan.

### b) Menghitung Volume Produksi Harian untuk tiap Tipe *Rear body*

Volume produksi harian diperoleh dengan membandingkan waktu kerja efektif dengan *takt time*.

Tabel 4.3. Volume Produksi Harian *Rear Body* Bulan Juni 2008

No.	Tanggal	Hari	Waktu Efektif	Vol. Produksi/hari	<i>Pick Up Flat Back</i>	<i>Pick Up Standard</i>	<i>Mini Bus</i>
A	B	C	D	$E = D/TaktTime$	$F = Ex0.61$	$G = Ex0.32$	$H = Ex0.07$
1	2	Senin	369	58	35	19	4
2	3	Selasa	405	64	39	20	5
3	4	Rabu	405	64	39	20	5
4	5	Kamis	405	64	39	20	5
5	6	Jumat	378	59	36	19	4
6	7	Sabtu	405	64	39	20	5
7	9	Senin	369	58	36	19	3
8	10	Selasa	405	64	39	20	5
9	11	Rabu	405	64	39	20	5
10	12	Kamis	405	64	39	20	5
11	13	Jumat	378	59	36	19	4
12	14	Sabtu	405	64	39	20	5
13	16	Senin	477	75	46	24	5
14	17	Selasa	513	80	48	26	6
15	18	Rabu	513	80	48	26	6
16	19	Kamis	513	80	48	26	6
17	20	Jumat	378	59	36	19	4
18	21	Sabtu	405	64	39	20	5
19	23	Senin	477	75	46	24	5
20	24	Selasa	513	80	48	27	5
21	25	Rabu	513	80	48	27	5
22	26	Kamis	513	80	48	27	5
23	27	Jumat	378	59	36	19	4
24	28	Sabtu	405	64	39	20	5
25	30	Senin	369	58	35	19	4
Jumlah			10701	1680	1020	540	120

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

### c) Menghitung waktu yang Dibutuhkan Tiap Stasiun Kerja

Setelah menghitung volume produksi harian, kemudian menentukan waktu yang dibutuhkan per stasiun kerja per hari

**Tabel 4.4. Perhitungan Kapasitas Stasiun Kerja**

No	Stasiun Kerja	Waktu yang Dibutuhkan / Stasiun Kerja / Hari (Jam)			Kapasitas yang Dibutuhkan (Jam)	Kapasitas yang Tersedia (Jam)	Persentase (%)	Keterangan
		<i>Pick Up Flat Back</i>	<i>Pick Up Standard</i>	<i>Mini Bus</i>				
1	<i>Floor Assy</i>	3.37	1.85	0.42	5.64	6.15	91.71	Terpenuhi
2	<i>Floor Respot</i>	3.07	1.60	0.31	4.98	6.15	80.98	Terpenuhi
3	<i>Main Body Jig</i>	3.99	2.57	0.16	6.72	6.15	109.27	<i>Bottleneck</i>
4	<i>Main Body Respot</i>	2.37	1.35	0.05	3.77	6.15	61.30	Terpenuhi
5	<i>Weld CO<sub>2</sub> + Frame Guard Install</i>	3.08	1.56	0.06	4.70	6.15	76.42	Terpenuhi
6	<i>Door Install</i>	3.03	1.58	-	4.61	6.15	74.96	Terpenuhi

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

#### Menghitung *Buffer Time* Pada Stasiun Kerja Kendala (*Bottleneck*)

*Buffer time* diberikan pada sebelum dan setelah stasiun kendala (*bottleneck*). Pemberian *buffer time* ini bertujuan untuk menjaga proses produksi dan memberikan penambahan waktu agar dapat memenuhi target produksi. Sebelum menghitung besarnya *buffer time*, maka terlebih dahulu menghitung *lead time*. *Buffer time* ditentukan dari 25% dari jumlah *lead time* yang terdapat pada stasiun kerja.

**Tabel 4.5. *Buffer Time* Sebelum dan Setelah Stasiun Kendala**

No	Stasiun Kerja	Lead Time (Jam)	Buffer Time (Jam)	Total Buffer Time (Jam)
Sebelum Stasiun Kendala				
1	Floor Assy	0,63	0,16	0,45
2	Floor Respot	0,52	0,13	
3	Main Body Jig	0,64	0,16	
Setelah Stasiun Kendala				
4	Main Body Respot	0,32	0,08	0,28
5	Weld CO <sub>2</sub> + Frame Guard Install	0,39	0,10	
6	Door Install	0,36	0,09	
7	Hunging Up	0,03	0,01	

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

#### Penentuan *Sequencing* Pengerjaan *Rear body*

Penentuan urutan pengerjaan (*sequencing*) ini bertujuan untuk mengetahui tipe *rear body* mana yang akan dikerjakan terlebih dahulu. Penentuan *sequencing* ini dengan menggunakan metode *Campbell Dudek And Smith* (CDS).

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan *Release Order*

No	Stasiun Kerja	<i>Release Order</i> (Menit)					
		<i>Rear Body Pick Up Flat Back</i>		<i>Rear Body Pick Up Standard</i>		<i>Rear Body Mini Bus</i>	
		<i>Schedule Start</i>	<i>Schedule Stop</i>	<i>Schedule Start</i>	<i>Schedule Stop</i>	<i>Schedule Start</i>	<i>Schedule Stop</i>
1	<i>Floor Assy</i>	0	202.30	202.30	313.26	313.26	338.62
2	<i>Floor Respot</i>	5.78	207.57	208.14	318.31	319.60	343.22
3	<i>Main Body Jig</i>	11.05	250.80	250.80	404.70	404.70	414.54
4	<i>Main Body Respot</i>	17.90	254.87	358.90	408.98	408.98	415.30
5	<i>Weld CO<sub>2</sub> + Frame Guard Install</i>	21.97	260.15	263.18	413.90	413.90	417.66
6	<i>Door Install</i>	27.25	265.34	268.10	418.90	-	-

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Analisa Penjadwalan Dengan Metode DBR

Saat *release* ini merupakan proses komunikasi (*rope*) dari stasiun kendala ke stasiun kerja paling awal dalam keseluruhan sistem produksi. Dalam penjadwalan *drum-buffer-rope* (DBR) disederhanakan menjadi tiga jenis keputusan yaitu :

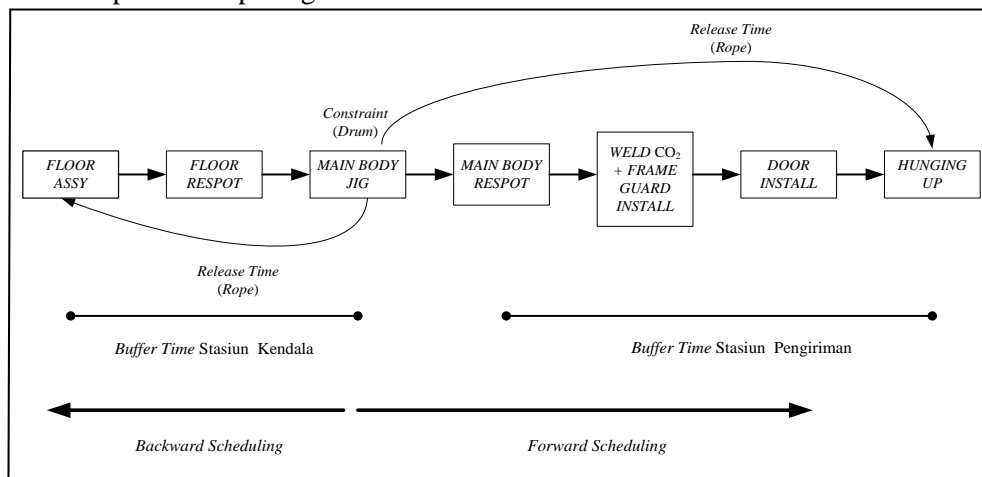
1. Jadwal sumber pembatas.
2. *Buffer time*.
3. *Release order*.

Pada stasiun kerja *main line welding rear body* yang menjadi sumber pembatas (stasiun kendala/*bottleneck*) yaitu stasiun kerja *main body jig*. Pada stasiun kerja *main line* tersebut dilakukan penjadwalan dengan menggunakan metode *Campbell Dudek And Smith* (CDS). Pemberian *buffer time* diperoleh dengan menghitung terlebih dahulu *lead time* dengan menggunakan teori antrian.

*Buffer time* diberikan pada sebelum stasiun kendala dan setelah stasiun kendala sampai dengan stasiun pengiriman. *Buffer time* untuk stasiun kendala diperoleh dengan menjumlahkan *lead time* dari stasiun kerja *floor assy* sampai dengan stasiun kerja *main body jig*. Sedangkan *buffer time* untuk stasiun pengiriman diperoleh dengan cara menjumlahkan *lead time* dari stasiun kerja *main body respot* sampai dengan stasiun kerja *door install*. Kemudian hasil penjumlahan *lead time* tersebut dikalikan dengan 25%. Sedangkan *release order* merupakan waktu yang digunakan oleh para operator pada setiap stasiun kerja untuk menyelesaikan semua pekerjaan pembuatan *rear body*.

Dalam penjadwalan berdasarkan *drum-buffer-rope*, ritme produksi yang ditetapkan untuk mengatasi kendala sistem yang disebut juga *drum*. Berdasarkan dari perhitungan sebelumnya stasiun kerja yang menjadi stasiun kerja kendala (*bottleneck*) yaitu stasiun kerja *main body jig*. Seluruh *rear body* yang telah dikerjakan sebelum SK *main body jig* (SK *floor assy* dan SK *floor respot*) harus menunggu *rear body* yang sedang dikerjakan pada stasiun kerja *main body jig*. Dan *rear body* yang akan dikerjakan setelah SK kendala (SK *main body respot*, SK *weld CO<sub>2</sub> + frame guard install*, dan SK *door install*) harus menunggu selesai pekerjaan *rear body* pada SK *main body jig*.

Berdasarkan perhitungan sebelumnya stasiun kendala terdapat pada stasiun kerja ke-3 *main line welding rear body* yaitu stasiun kerja *main body jig*. Maka dari stasiun kendala kemudian dilakukan penjadualan ke hulu dengan *backward scheduling* dan ke hilir dengan *forward scheduling*. Jadwal ke hulu akan menjadi *pull system* seperti layaknya yang terjadi pada JIT yaitu stasiun kendala menjadi stasiun konsumen yang harus dilayani oleh stasiun-stasiun kerja sebelumnya. Stasiun kendala akan menarik produk dari stasiun-stasiun yang ada di hulu ke arah hilir dari stasiun kendala akan menjadi *push system* seperti yang terjadi pada MRP, yaitu stasiun kendala, dan akan mendorong stasiun-stasiun yang ada di hilir untuk berproduksi. Manajemen DBR pada *welding rear body* PT Krama Yudha Ratu Motor dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.1. Manajemen DBR pada *Welding Rear Body* PT Krama Yudha Ratu Motor (Sumber : Hasil Pengolahan Data)

#### Analisis Seluruh Jadwal Harian Pada Jadwal Produksi Perbaikan

Analisis terhadap seluruh jadwal harian bulan Juni 2008 pada jadwal produksi perbaikan, ditujukan untuk melihat apakah jadwal tersebut layak. Dengan membandingkan jadwal produksi usulan dengan jadwal produksi perusahaan. Penjadwalan produksi tersebut dengan membandingkan *makespan* jadwal produksi usulan dengan jadwal produksi perusahaan. *Makespan* diperoleh dari waktu pengerjaan paling lama. *Makespan* tersebut dihitung dari SK *floor assy* sampai dengan stasiun pengiriman (*hunging up*). Adapun perbandingannya dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Perbandingan *Makespan* Bulan Juni 2008 (Menit)

No	Tanggal	PT Krama Yudha Ratu Motor	Jadwal Usulan
1	2	488.66	419.23
2	3	461.26	454.73
3	4	461.26	454.73
4	5	461.26	454.73
5	6	433.86	426.08
6	7	461.26	454.73
7	9	417.10	426.08
8	10	458.20	454.73
9	11	570.86	454.73
10	12	494.45	454.73

11	13	500.86	426.08
12	14	533.26	454.73
13	16	614.26	535.08
14	17	662.86	567.24
15	18	662.86	567.24
16	19	662.86	567.24
17	20	500.86	426.08
18	21	533.26	454.73
19	23	541.41	535.08
20	24	628.72	573.08
21	25	628.72	573.08
22	26	573.92	573.08
23	27	546.52	426.08
24	28	245.12	454.73
25	30	121.82	419.23
TOTAL		12665.48	12007.28

(Sumber : Hasil Pengumpulan Data)

Setelah itu membandingkan waktu yang terpakai di setiap stasiun kerja *main line welding rear body*. Adapun selisih dari waktu yang terpakai di stasiun kerja *main line welding rear body* dapat dilihat pada tabel 5.2.

**Tabel 5.2. Selisih Waktu yang Terpakai di Setiap Stasiun Main Line Welding Rear Body (Menit)**

No	Stasiun kerja	Jadwal Perusahaan	Jadwal Usulan	Selisih
1	<i>Floor Assy</i>	9810	9809.28	0.72
2	<i>Floor Respot</i>	9785.35	9780.50	4.85
3	<i>Main Body Jig</i>	12125.34	11650.11	475.23
4	<i>Main Body Respot</i>	12132.57	11503.95	628.62
5	<i>Weld CO<sub>2</sub> + Frame Guard Install</i>	12219.03	11433.16	785.87
6	<i>Door Install</i>	11398.74	11311	87.74

(Sumber : Hasil pengolahan Data)

Dari perhitungan di atas perhitungan di atas jadwal produksi usulan memiliki kebutuhan waktu yang lebih kecil dibandingkan dengan jadwal produksi PT Krama Yudha Ratu Motor. Hal ini karena pihak perusahaan dalam membuat jadwal produksi harian tidak menggunakan rasio dan tidak memperhitungkan *sequencing* pekerjaan *rear body*. Adapun waktu yang dibutuhkan pada bulan Juni 2008 dapat dilihat pada tabel 5.3.

**Tabel 5.3. Waktu Yang Dibutuhkan Pada Jadwal Perbaikan (Jam)**

No	Tanggal	Waktu Selesai Pengerjaan	Besar Buffer Time	Total Waktu yang Dibutuhkan	Waktu yang Tersedia
1	2	6.98	0.73	7.71	6.15
2	3	7.57	0.72	8.29	6.75
3	4	7.57	0.72	8.29	6.75
4	5	7.57	0.72	8.29	6.75
5	6	7.09	0.72	7.81	6.30
6	7	7.57	0.72	8.29	6.75
7	9	7.09	0.72	7.81	6.15

8	10	7.57	0.72	8.29	6.75
9	11	7.57	0.72	8.29	6.75
10	12	7.57	0.72	8.29	6.75
11	13	7.09	0.72	7.81	6.30
12	14	7.57	0.72	8.29	6.75
13	16	8.91	0.72	9.63	7.95
14	17	9.45	0.72	10.17	8.55
15	18	9.45	0.72	10.17	8.55
16	19	9.45	0.72	10.17	8.55
17	20	7.09	0.72	7.81	6.30
18	21	7.57	0.72	8.29	6.75
19	23	8.91	0.72	9.63	7.95
20	24	9.55	0.72	10.27	8.55
21	25	9.55	0.72	10.27	8.55
22	26	9.55	0.72	10.27	8.55
23	27	7.09	0.72	7.81	6.30
24	28	7.57	0.72	8.29	6.75
25	30	6.98	0.73	7.71	6.15

(Sumber : Hasil pengolahan Data)

Dari tabel di atas pada bulan Juni 2008 terjadi kekurangan waktu untuk pengerjaan semua tipe *rear body*. Hal ini dapat menyebabkan target produksi yang telah direncanakan tidak tercapai. Oleh karena itu diperlukan tambahan waktu pada proses produksi. Besarnya *buffer time* pada jadual produksi dapat dikurangi apabila waktu yang dibutuhkan cukup untuk mengerjakan *order* yang datang. Karena *buffer time* berfungsi untuk melindungi dari adanya gangguan selama proses produksi berlangsung.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi stasiun kerja kendala pada *welding rear body* PT Krama Yudha Ratu Motor dilakukan berdasarkan perbandingan kapasitas yang tersedia dengan kapasitas yang dibutuhkan pada masing-masing stasiun kerja *main line welding rear body*. Dari perhitungan perbandingan kapasitas tersebut stasiun kerja yang teridentifikasi sebagai stasiun kendala yaitu stasiun kerja *main body jig* dengan persentasi sebesar 109.27%
2. Besar *buffer time* sebelum stasiun kendala merupakan penjumlahan dari besarnya *lead time* pada SK *floor assy*, SK *floor respot*, dan SK *main body jig*. Sedangkan besarnya *buffer time* pada setelah stasiun kendala merupakan penjumlahan besar *lead time* pada SK *main body respot*, SK *weld CO<sub>2</sub> + frame guard install*, dan SK *door install*. Besar *buffer time* sebelum stasiun kendala adalah 0,45 jam dan besar *buffer time* setelah stasiun kendala adalah 0,28 jam.
3. Berdasarkan kemampuan produksi dari stasiun kendala (SK *main body jig*), maka dibuat jadual produksi *welding rear body* PT Krama Yudha Ratu Motor dengan menggunakan TOC yang berisi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan dari awal hingga selesai.



### Saran

Adapun beberapa saran yang ingin disampaikan kepada perusahaan, yaitu :

1. Perusahaan sebaiknya merinci elemen pekerjaan pada masing-masing stasiun kerja yang terdiri dari elemen kegiatan produktif dan non-produktif (DT). DT pada masing-masing stasiun kerja cukup besar sehingga dapat mempengaruhi proses pengerjaan.
2. Dalam melakukan *sequencing* pekerjaan hendaknya perusahaan menerapkan metode yang dapat memperkecil *makespan* (waktu yang diperlukan untuk mengerjakan seluruh pekerjaan) salah satunya yaitu *Campbell Dudek And Smith* (CDS).
3. Pihak perusahaan hendaknya bekerjasama dengan seluruh karyawan dengan memberikan pelatihan dalam melakukan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode TOC.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aquilano, Nicholas J, Richard B, Chase and F Robert, Jacobs. 2004. **Operation For Competitive Advantage**, Six Edition. Mc Grawhill. New York.
- Blackstone, Forgary. 1991. **Production & Inventory Management**, Second Edition. Western Publishing. America.
- Gaspersz, Vincent., 2001. **Production Planning & Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur** 21. Vincent Foundation dan PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia, 1993. Hand Out Toyota Production System Training, Jakarta.
- Sipper, Bulfin Jr, 1997. **Production Planning Control and Integrated**. McGraw Hill. New York.
- Umble, M. Michael and Srikanth M. L. 1996. **Synchronous Manufacturing**. The Spectrum Publishing Company. Guildford. Connecticut.